

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«Белорусско-Российский университет»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор Белорусско-
Российского университета

М.Е. Лустенков

«6» 09 2016 г.

Регистрационный № УД-150306/Б.Р.В.В.91/р

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ
(наименование дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Направление подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника

Направленность (профиль) Робототехника и робототехнические системы: разработка и применение

Квалификация Бакалавр

	Форма обучения
	Очная
Курс	4
Семестр	8
Лекции, часы	22
Практические занятия, часы	10
Лабораторные занятия, часы	22
Зачет, семестр	8
Контактная работа по учебным занятиям, часы	54
Самостоятельная работа, часы	54
Всего часов / зачетных единиц	108 / 3

Кафедра-разработчик программы: «Технология машиностроения»
(название кафедры)

Составители: Г.Ф. Шатуров, д-р. техн. наук, проф., И.Д. Камчицкая, канд. техн. наук, Д.Г. Шатуров, канд. техн. наук

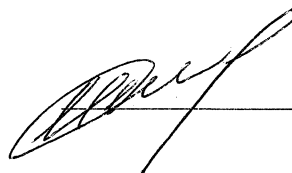
(И.О. Фамилия, ученая степень, ученое звание)

Могилев, 2016

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.03.06 «Мехатроника и робототехника» (уровень бакалавриата), утвержденным приказом № 206 от 12.03.2015 г., учебным планом рег. № 150306-1 от 16.09.2016 г.

Рассмотрена и рекомендована к утверждению кафедрой «Технология машиностроения» «19» сентября 2016 г., протокол № 2

Зав. кафедрой




В.М. Шеменков

Одобрена и рекомендована к утверждению Президиумом научно-методического совета Белорусско-Российского университета

«23» сентября 2016 г., протокол № 1

Зам. председателя Президиума научно-методического совета



А.Д. Бужинский

Рецензент:

Михаил Михайлович Кожевников, зав. кафедрой «Автоматизация технологических процессов и производств» УО «Могилевский государственный университет продовольствия», к.т.н., доцент

Рабочая программа согласована:

Зав. справочно-библиографическим отделом



Л.А. Астекалова

Начальник учебно-методического отдела



О.Е. Печковская

23.09.16

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1 Цель учебной дисциплины

Целью освоения дисциплины «Экспериментальные исследования робототехнических систем» является изучение теории и постановки основных задач экспериментальных исследований мехатронных и робототехнических систем, включая вопросы выбора методики испытаний, разработки алгоритмических и программных средств обработки результатов экспериментальных испытаний методами корреляционного и регрессионного анализа, планирования экспериментальных исследований, включая выбор независимых переменных, критерия оптимизации, вида функции отклика.

Основными задачами изучения дисциплины являются:

- изучение теоретических основ постановки эксперимента в мехатронных и робототехнических системах;
- овладение методами решения обратных задач динамики;
- построение алгоритмов цифровой обработки первичных измерений датчиков мехатронных и робототехнических систем, позволяющих минимизировать случайные и систематические погрешности в измерениях;
- построение математических моделей ошибок робототехнических систем;
- овладение методами проверки адекватности математических моделей робототехнических систем.

1.2 Планируемые результаты изучения дисциплины

В результате освоения учебной дисциплины студент должен

знать:

- основные современные информационные технологии передачи и обработки данных;
- подход к формированию множества решений проектной задачи на структурном и конструкторском уровнях;
- методы обработки экспериментальных данных и оценки точности (неопределенности) измерений, испытаний и достоверности контроля;
- принципы анализа научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта в области разработки и исследования мехатронных и робототехнических систем, составления обзоров и рефератов;
- порядок работы по организации и проведению экспериментов на действующих объектах и экспериментальных макетах мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей;
- обработка результатов экспериментальных исследований с применением современных информационных технологий;
- основы построения управляющих локальных и глобальных сетей;
- теорию и постановку основных задач экспериментальных исследований мехатронных и робототехнических систем;
- основные понятия и концепции теории эксперимента, численного анализа робототехнических систем, порядок применения соответствующего теоретического аппарата в важнейших практических приложениях;
- теоретические основы методов идентификации параметров математических моделей робототехнических систем.

уметь:

- использовать для решения типовых задач методы и средства геометрического моделирования;
- пользоваться инструментальными программными средствами интерактивных графических систем, актуальных для современного производства;

- планировать экспериментальные исследования, включая выбор: независимых переменных, критерия оптимизации, вида функции отклика; обрабатывать результаты методами корреляционного и регрессионного анализа;
- уметь применять и внедрять стандарты, технические условия и другую нормативно-техническую документацию;
- использовать международный опыт по разработке инновационной мехатронной и робототехнической продукции;
- формировать планы измерений и испытаний для различных измерительных и экспериментальных задач мехатроники и робототехники и обрабатывать полученные результаты с использованием алгоритмов, адекватных сформированным планам;
- разрабатывать программные средства макетов мехатронных и робототехнических систем;
- проводить определения характеристик и параметров макетов с помощью контрольно-измерительной аппаратуры;
- находить, обобщать и анализировать информацию о системах оптимального автоматического управления, планировать ход исследования и пути достижения поставленных целей;
- планировать и реализовывать решение задач стендовых испытаний робототехнических систем, пользуясь инструментальными средствами и программами обработки измерений робототехнических систем;
- разрабатывать и успешно применять, пользуясь приобретёнными при изучении автоматических систем управления (а также получаемыми самостоятельно при помощи современных информационных технологий) знаниями и методами исследования, алгоритмы решения практических задач в области мехатроники и робототехники;
- пользоваться современными информационными технологиями для совершенствования и развития своего интеллектуального, профессионального и общекультурного уровня.

владеть:

- усвоенными при изучении дисциплины основными понятиями, алгоритмами и методиками испытаний;
- навыками работы на компьютерной технике с графическими пакетами для получения конструкторских, технологических и других документов;
- навыками работы с вычислительной техникой, передачи информации в среде локальных сетей Internet;
- навыками проектирования простых программных алгоритмов и реализации их на языке программирования;
- навыками применения программно-технических средств для построения мехатронных и робототехнических систем;
- методами полунатурных, стендовых и комплексных испытаний мехатронных и робототехнических систем;
- важнейшими методами построения и исследования математических моделей ошибок робототехнических системах;
- навыками проведения вычислительного эксперимента для исследования функционирования систем;
- навыками использования возможностей современных компьютеров и информационных технологий при компьютерном моделировании оптимальных процессов наблюдения и оценивания;
- навыками работы с программной системой для математического и имитационного моделирования;
- навыками проведения предварительных испытаний составных частей опытного образца мехатронной или робототехнической системы по заданным программам и методикам и умением вести соответствующие журналы испытаний;

- навыками проведения анализа научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта в области разработки и исследования мехатронных и робототехнических систем, составления обзоров и рефератов;
- навыками проведения патентных исследований, сопровождающих разработку новых мехатронных и робототехнических систем, с целью защиты объектов интеллектуальной собственности, результатов исследований и разработок;
- навыками составления отчетов, научных публикаций и докладов на научных конференциях и семинарах, участия во внедрении результатов исследования и разработок.

1.3 Место учебной дисциплины в системе подготовки студента

Дисциплина относится к вариативным дисциплинам (Б.1.В.ДВ.9) и является дисциплиной по выбору. Она непосредственно связана с дисциплинами естественнонаучного и математического цикла и общепрофессионального цикла и опирается на освоенные при изучении данных дисциплин знания и умения.

Перечень учебных дисциплин, изучаемых ранее, усвоение которых необходимо для изучения данной дисциплины:

- математика – линейная алгебра и аналитическая геометрия, теория вероятностей и математическая статистика;
- дискретная математика;
- теоретическая механика;
- информатика – основы алгоритмизации и алгоритмические языки, системы программного обеспечения ЭВМ, отладка программы и отработка результатов счета, алгоритмы и программы решения инженерных и экономических задач;
- основы мехатроники и робототехники;
- моделирование мехатронных систем;
- пакет прикладных программ MATLAB для исследований и разработок.

Результаты изучения дисциплины используются в ходе практики и при дипломном проектировании.

1.4 Требования к освоению учебной дисциплины

Освоение данной учебной дисциплины должно обеспечивать формирование следующих компетенций:

Коды формируемых компетенций	Наименования формируемых компетенций
ОПК-3	владением современными информационными технологиями, готовностью применять современные средства автоматизированного проектирования и машинной графики при проектировании систем и их отдельных модулей, а также для подготовки конструкторско-технологической документации, соблюдать основные требования информационной безопасности
ОПК-6	способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
ПК-4	способностью осуществлять анализ научно-технической информации, обобщать отечественный и зарубежный опыт в области средств автоматизации и управления, проводить патентный поиск
ПК-5	способностью проводить эксперименты на действующих макетах, образцах мехатронных и робототехнических систем по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств
ПК-13	готовностью участвовать в проведении предварительных испытаний составных частей опытного образца мехатронной или робототехнической системы по заданным программам и методикам и вести соответствующие журналы испытаний

ПК-14	способностью планировать проведение испытаний отдельных модулей и подсистем мехатронных и робототехнических систем, участвовать в работах по организации и проведению экспериментов на действующих объектах и экспериментальных макетах, а также в обработке результатов экспериментальных исследований
ПК-16	способностью оценивать потенциальные опасности, сопровождающие испытания и эксплуатацию разрабатываемых мехатронных и робототехнических систем, и обосновывать меры по их предотвращению
ПК-27	готовностью участвовать в проведении предварительных испытаний составных частей опытного образца мехатронной или робототехнической системы по заданным программам и методикам и вести соответствующие журналы испытаний

2 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Вклад дисциплины в формирование результатов обучения выпускника (компетенций) и достижение обобщенных результатов обучения происходит путём освоения содержания обучения и достижения частных результатов обучения, описанных в данном разделе.

2.1 Содержание учебной дисциплины

Номер тем	Наименование тем	Содержание	Коды формируемых компетенций
1	Классификация объектов исследования. Условия эффективности планирования эксперимента	Введение. Постановка задачи. Классификация объектов исследования. Условия эффективности планирования эксперимента. Подход к выбору функции отклика. Обобщённая функция отклика. Формализация процесса отбора факторов. Априорное ранжирование. Проверка гипотез.	ОПК-3, ОПК-6, ПК-4, 5 ПК-13, 14 ПК-16, 27
2	Регрессионный анализ как основа планирования эксперимента	Регрессионный анализ как основа планирования эксперимента. Уравнение регрессии. Постановка задачи. Вычислительные коэффициенты регрессии. Матрицы планирования, наблюдений, коэффициентов.	ОПК-3, ОПК-6, ПК-4, 5 ПК-13, 14 ПК-16, 27
3	Статистический анализ. Проверка адекватности модели	Статистический анализ. Проверка адекватности модели. Остаточная дисперсия и дисперсия восприимчивости. Оценка дисперсий коэффициентов регрессии и ковариаций между ними. Корреляционная матрица. Проверка гипотезы о значимости отличия коэффициентов регрессии от нуля.	ОПК-3, ОПК-6, ПК-4, 5 ПК-13, 14 ПК-16, 27
4	Теория факторных планов. Факторная модель. Полный факторный эксперимент	Факторные планы. Факторная модель. Полный факторный эксперимент. Матрица планирования. Критерий оптимальности факторных планов: ортогональность, рототабельность, Д-оптимальность, близость плана к насыщенному.	ОПК-3, ОПК-6, ПК-4, 5 ПК-13, 14 ПК-16, 27
5	Планирование отсеивающих экспериментов. Насыщенные планы	Планирование отсеивающих экспериментов. Насыщенные планы. Отсевание с помощью планов полнофакторного и дробнофакторного эксперимента. Математическая обработка результатов отсеивающих экспериментов. Проверка гипотез об адекватности модели и значимости эффектов.	ОПК-3, ОПК-6, ПК-4, 5 ПК-13, 14 ПК-16, 27
6	Планирование эксперимента при изучении механизма явлений	Планирование эксперимента при изучении механизма явлений. Планирование экспериментов, направленных на уточнение параметров модели. Особенности планирования дискриминирующих экспериментов. Отношение максимального правдоподобия. Методы построения моделей объектов в условиях дрейфа их характеристик.	ОПК-3, ОПК-6, ПК-4, 5 ПК-13, 14 ПК-16, 27
7	Принципы построения и функционирования различных типов экспериментального лабораторного оборудования	Измерения размеров. Инструменты для проведения линейных измерений. Калибры и эталоны. Оптический метод измерений перемещений. Пневматический метод измерения перемещений. Измерение площади и объемов. Графические и численные методы измерения площадей и объемов. Взаимосвязь измерения сил, моментов и напряжений. Устройства для измерения сил и моментов. Измерение напряжений и величин деформаций. Тензодатчики и их использование.	ОПК-3, ОПК-6, ПК-4, 5 ПК-13, 14 ПК-16, 27

		<p>Применение тензодатчиков в высокотемпературных условиях и агрессивных средах. Особенности измерения движения и вибраций. Устройства для измерения характеристик вибраций. Измерение частот вибраций. Явление резонанса. Защита оборудования от резонанса. Применение акселерометров. Измерения звука (шумов). Основные электрические измерения. Основные аналоговые измерители. Основные цифровые измерители. Электрические цепи для ввода данных. Усилители. Трансформаторы. Источники питания. Обработка сигнала. Осциллографы. Измерители частот. Фотоэлектрические преобразователи. Пьезоэлектрические преобразователи.</p>	
8	<p>Определение показателей точности позиционирования и отработки программ по результатам испытаний робототехнических систем</p>	<p>Схемы измерений линейных и угловых погрешностей позиционирования подвижных частей при цикловом управлении. Выбор точек расположения датчиков и их измерительных осей. Учет изменчивости свойств погрешностей по рабочей зоне и изменений во времени. Выбор средств измерений погрешностей. Анализ свойств повторяемости. Разделение погрешностей на систематические и случайные. Обработка результатов измерений с целью определения изменений осредненных систематических и среднеквадратичных значений случайных погрешностей при учете упругости звеньев манипулятора.</p> <p>Использование результатов математического моделирования. Построение аппроксимаций. Определение коэффициентов влияния влияющих факторов: нагрузки, температуры. Нормирование показателей точности позиционирования. Определение показателей быстродействия.</p>	

2.2 Учебно-методическая карта учебной дисциплины

№ недели	Лекции (наименование тем)	Часы	Практические занятия	Часы	Лабораторные занятия	Часы	Самостоятель- ная работа, часы	Форма контроля знаний	Баллы (max)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Модуль 1									
1	Тема 1 Классификация объектов исследования. Условия эффективности планирования эксперимента	2	Пр. р. 1. Составление плана эксперимента, обработка и анализ его результата	2	Лаб. р. 1. Разработка методики испытаний робототехнической системы	2	5	ЗПР	5
2	Тема 2 Регрессионный анализ как основа планирования эксперимента	2			Лаб. р. 1. Разработка методики испытаний робототехнической системы	2	5	ЗЛР	5
3	Тема 3. Статистический анализ. Проверка адекватности модели	2	Пр. р. 2. Статистический анализ уравнения регрессии	2	Лаб. р. 2. Разработка программного обеспечения стендовых испытаний робототехнической системы	2	5	ЗПР	5
4	Тема 4. Теория факторных планов. Факторная модель. Полный факторный эксперимент	2			Лаб. р. 2. Разработка программного обеспечения стендовых испытаний робототехнической системы	2	5	ЗЛР	5

5	Тема 5. Планирование отсеивающих экспериментов. Насыщенные планы	2	Пр. р. 3. Выполнение расчетов в электронной таблице Excel	2	Лаб. р. 3. Статистические методы при проведении эксперимента и анализе результатов экспериментальных исследований	2	5	ЗЛР	5
6	Тема 6. Планирование эксперимента при изучении механизма явлений	2			Лаб. р. 3. Статистические методы при проведении эксперимента и анализе результатов экспериментальных исследований	2	5	ЗЛР ПКУ	5 30
Модуль 2									
7	Тема 7. Принципы построения и функционирования различных типов экспериментального лабораторного оборудования	2	Пр. р. 4. Планирование отсеивающих экспериментов	2	Лаб. р. 4. Математические методы при проведении экспериментальных исследований	2	5	ЗЛР	5
8	Тема 7. Принципы построения и функционирования различных типов экспериментального лабораторного оборудования	2			Лаб. р. 4. Математические методы при проведении экспериментальных исследований	2	5	ЗЛР	5
9	Тема 8. Определение показателей точности позиционирования и отработки программ по результатам испытаний робототехнических систем	2	Пр. р. 5. Построение модели объекта исследования в условиях аддитивного дрейфа	2	Лаб. р. 5. Статистическая обработка данных экспериментальных исследований в системе Mathcad	2	5	ЗЛР ЗЛР	5 5
10	Тема 8. Определение показателей точности позиционирования и отработки программ по результатам испытаний робототехнических систем	2			Лаб. р. 6. Статистическая обработка данных экспериментальных исследований в системе MATLAB	2	5	ЗЛР	5
11	Тема 8. Определение показателей точности позиционирования и отработки программ по результатам испытаний робототехнических систем	2			Лаб. р. 7. Графическое представление результатов экспериментальных исследований	2	4	ЗЛР ПКУ ПА (зачет)	5 30 40
	Итого	22		10		22	54		100

Принятые обозначения:

ЗЛР – защита лабораторной работы;

ЗЛР – защита практической работы;

ПКУ – промежуточный контроль успеваемости.

ПА – промежуточная аттестация.

Итоговая оценка определяется как сумма текущего контроля и промежуточной аттестации и соответствует баллам:

Зачет:

Оценка	Зачтено	Не зачтено
Баллы	51 – 100	0 – 50

3 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изучении дисциплины используется модульно-рейтинговая система оценки знаний студентов. Применение форм и методов проведения занятий при изучении различных тем курса представлено в таблице.

№ п/п	Форма проведения занятия	Вид аудиторных занятий			Всего часов
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	
1	Традиционные			Лаб. р. 1	4
2	Мультимедиа	Тема 1-8			22
3	С использованием ЭВМ		Пр. р. 1, 2	Лаб. р. 3-7	18
4	Расчетные		Пр. р. 3, 4, 5		6
5	Проблемно-ориентированные			Лаб. р. 2	4
	ИТОГО:	22	10	22	54

4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

Используемые оценочные средства по учебной дисциплине представлены в таблице и хранятся на кафедре.

№ п/п	Вид оценочных средств	Количество комплектов
1	Тестовые задания для проведения контрольного опроса: - модуль 1 - модуль 2	1 1
2	Перечень контрольных вопросов к лабораторным работам	1
3	Перечень контрольных вопросов к практическим работам	1
4	Перечень контрольных вопросов для самостоятельной работы	1
5	Вопросы к зачету	1

5 Методика и критерии оценки компетенций студентов

5.1 Уровни сформированности компетенций

№ п/п	Уровни сформированности компетенции	Содержательное описание уровня	Результаты обучения
<i>ОПК-3 владением современными информационными технологиями, готовностью применять современные средства автоматизированного проектирования и машинной графики при проектировании систем и их отдельных модулей, а также для подготовки конструкторско-технологической документации, соблюдать основные требования информационной безопасности</i>			
1	Пороговый уровень	Знает и понимает базовые понятия и определения информационно-измерительной техники, базовые понятия метрологии и теории информации; примеры современных информационных систем.	Представление о современных информационных технологиях мехатронных и робототехнических систем
2	Продвинутый уровень	Владеет навыками построения информационных систем; имеет представление о принципах построения и функционирования электронной части системы.	Навыки построения информационных систем сбора и обработки данных при экспериментальных исследованиях робототехнических систем

3	Высокий уровень	Способен использовать современные достижения в области преобразования механических величин в электрические величины; современные подходы к интеграции информационных устройств в единую мехатронную систему.	Разработка программного обеспечения мехатронных и робототехнических систем с применением современных достижений в области информационных технологий при экспериментальных исследованиях
ОПК-6 способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности			
1	Пороговый уровень	Знает основы цифровой техники; основы цифровой обработки изображений; основы алгоритмизации и программирования	Разработка системы сбора данных с помощью простейших преобразователей
2	Продвинутый уровень	Владеет методами выполнения действий с двоичными числами, составления алгоритмов вычислений, программирования на языках высокого уровня	Разработка программы управления мехатронными и робототехническими системами на основе типовых решений при экспериментальных исследованиях
3	Высокий уровень	Способен разрабатывать и выполнять отладку программ управления робототехническими системами на языках программирования высокого уровня	Разработка программы управления мехатронными и робототехническими системами с использованием программируемых контроллеров при экспериментальных исследованиях
ПК-4 способностью осуществлять анализ научно-технической информации, обобщать отечественный и зарубежный опыт в области средств автоматизации и управления, проводить патентный поиск			
1	Пороговый уровень	Знаком с отечественными и зарубежными достижениями в области методов обработки, преобразования и хранения информации	Знание об основных понятиях проведения патентного поиска в области обработки информации, полученной в результате проведения экспериментальных исследований робототехнических систем
2	Продвинутый уровень	Способен выполнять патентный поиск информации, связанной с новейшими разработками в области информационных технологий робототехнических систем	Навыки проведения патентного поиска в области информационных технологий для экспериментальных исследований робототехнических систем
3	Высокий уровень	Способен осуществлять анализ и оценку научно-технической информации, полученной в результате патентного поиска	Анализ и оценка информации, полученной в результате проведения патентного поиска и ее использование при экспериментальных исследованиях робототехнических систем
ПК-5 способностью проводить эксперименты на действующих макетах, образцах мехатронных и робототехнических систем по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств			

1	Пороговый уровень	Знает порядок работы по организации и проведению экспериментов на действующих объектах и макетах и обработки результатов эксперимента.	Имеет представления о методах проведения и обработки результатов экспериментальных исследований составных частей робототехнических систем
2	Продвинутый уровень	Применяет полученные знания при организации и проведении экспериментов на действующих объектах и обработке полученных результатов эксперимента с применением современных информационных технологий и технических средств.	Может с помощью разработанной ранее методики и контрольно-измерительной аппаратуры проводить эксперименты и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий.
3	Высокий уровень	Способен в комплексном виде использовать полученные знания для самостоятельной разработки методики проведения экспериментов на действующих объектах, проводить обработку результатов с применением современных информационных технологий и технических средств.	Способен самостоятельно с применением программно-технических средств и контрольно-измерительной аппаратуры проводить испытания составных частей робототехнических систем; выполнять обработку результатов эксперимента; по результатам эксперимента выполнять отладку и настройку системы; разрабатывать методики проведения экспериментов.

ПК-13 готовностью участвовать в проведении предварительных испытаний составных частей опытного образца мехатронной или робототехнической системы по заданным программам и методикам и вести соответствующие журналы испытаний

1	Пороговый уровень	Знает и понимает основные методы разработки конструкторской и проектной документации узлов мехатронных и робототехнических систем	Знает состав рабочей программной документации по составным частям опытного образца мехатронной или робототехнической системы
2	Продвинутый уровень	Владеет навыками формирования плана измерений и испытаний составных частей мехатронной или робототехнической системы	Может с помощью с помощью методических рекомендаций разрабатывать рабочую программную документацию по составным частям опытного образца мехатронной или робототехнической системы, формировать планы измерений и испытаний для различных измерительных и экспериментальных задач мехатроники и робототехники.
3	Высокий уровень	Способен в комплексном виде использовать полученные знания для проведения предварительных испытаний составных частей мехатронной или робототехнической системы и вести соответствующие журналы испытаний	Способен самостоятельно проведения предварительных испытаний составных частей опытного образца мехатронной или робототехнической системы по заданным программам и методикам и умением вести соответствующие журналы испытаний.

ПК-14 способностью планировать проведение испытаний отдельных модулей и подсистем мехатронных и робототехнических систем, участвовать в работах по организации и проведению экспериментов на действующих объектах и экспериментальных макетах, а также в обработке результатов экспериментальных исследований

1	Пороговый уровень	Знает порядок планирования проведения экспериментов на действующих объектах и макетах и владеет основными методами обработки результатов эксперимента.	Составление плана эксперимента, обработка результата экспериментальных исследований составных частей робототехнических систем
2	Продвинутый уровень	Применяет полученные знания при организации и проведении экспериментов на действующих объектах и обработке полученных результатов эксперимента с применением современных информационных технологий и технических средств.	Может с помощью разработанного ранее плана эксперимента проводить эксперименты и анализировать полученные результаты с применением современных информационных технологий и программно-технических средств
3	Высокий уровень	Способен в комплексном виде использовать полученные знания для самостоятельной разработки методики проведения экспериментов на действующих объектах, проводить обработку результатов с применением современных информационных технологий и технических средств.	Способен самостоятельно с применением программно-технических средств и контрольно-измерительной аппаратуры проводить испытания составных частей робототехнических систем, выполнять обработку результатов эксперимента, по результатам эксперимента выполнять отладку и настройку системы.

ПК-16 способностью оценивать потенциальные опасности, сопровождающие испытания и эксплуатацию разрабатываемых мехатронных и робототехнических систем, и обосновывать меры по их предотвращению

1	Пороговый уровень	Знает потенциальные опасности, которые могут сопровождать экспериментальные исследования мехатронных и робототехнических систем	Знание о потенциальных опасностях, сопровождающих экспериментальные исследования мехатронных и робототехнических систем
2	Продвинутый уровень	Способен оценить потенциальные опасности, которые могут сопровождать экспериментальные исследования мехатронных и робототехнических систем на основе выполненного количественного и качественного анализа	Качественная и количественная оценка потенциальных опасностей, сопровождающих экспериментальные исследования мехатронных и робототехнических систем
3	Высокий уровень	Способен проводить качественный и количественный анализ опасностей, сопровождающих экспериментальные исследования робототехнических систем, их разрабатываемых узлов и агрегатов и обосновывать меры по предотвращению возможных опасностей.	Разработка мер предотвращения опасностей, сопровождающих экспериментальные исследования робототехнических систем на основе их качественного и количественного анализа

ПК-27 готовностью участвовать в проведении предварительных испытаний составных частей опытного образца мехатронной или робототехнической системы по заданным программам и методикам и вести соответствующие журналы испытаний

1	Пороговый уровень	Знает и понимает основные методы разработки конструкторской и проектной документации узлов мехатронных и робототехнических систем	Знает состав рабочей программной документации по составным частям опытного образца мехатронной или робототехнической системы
---	-------------------	---	--

2	Продвинутый уровень	Владеет навыками формирования плана измерений и испытаний составных частей мехатронной или робототехнической системы	Может с помощью с помощью методических рекомендаций разрабатывать рабочую программную документацию по составным частям опытного образца мехатронной или робототехнической системы, формировать планы измерений и испытаний для различных измерительных и экспериментальных задач мехатроники и робототехники.
3	Высокий уровень	Способен в комплексном виде использовать полученные знания для проведения предварительных испытаний составных частей мехатронной или робототехнической системы и вести соответствующие журналы испытаний	Способен самостоятельно проведения предварительных испытаний составных частей опытного образца мехатронной или робототехнической системы по заданным программам и методикам и умением вести соответствующие журналы испытаний.

5.2 Методика оценки знаний, умений и навыков студентов

Результаты обучения	Оценочные средства
<i>ОПК-3 владением современными информационными технологиями, готовностью применять современные средства автоматизированного проектирования и машинной графики при проектировании систем и их отдельных модулей, а также для подготовки конструкторско-технологической документации, соблюдать основные требования информационной безопасности</i>	
Представление о современных информационных технологиях мехатронных и робототехнических систем	Тестовые задания для проведения модульного контрольного опроса
Навыки построения информационных систем сбора и обработки данных при экспериментальных исследованиях робототехнических систем	Вопросы к самостоятельной подготовке к лабораторным работам 5-7 Требования к отчетам по лабораторным работам 5-7
Разработка программного обеспечения мехатронных и робототехнических систем с применением современных достижений в области информационных технологий при экспериментальных исследованиях	Вопросы к самостоятельной подготовке к лабораторным работам 1, 5, 6, 7 Требования к отчетам по лабораторным работам 1, 2, 5, 7 Перечень контрольных вопросов и заданий к практическим занятиям.
<i>ОПК-6 способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности</i>	
Разработка системы сбора данных с помощью простейших преобразователей	Тестовые задания для проведения модульного контрольного опроса
Разработка программы управления мехатронными и робототехническими системами на основе типовых решений при экспериментальных исследованиях	Вопросы к самостоятельной подготовке к лабораторным работам 3, 4. Требования к отчетам по лабораторным работам 3, 4
Разработка программы управления мехатронными и робототехническими системами с использованием программируемых контроллеров при экспериментальных исследованиях	Вопросы к самостоятельной подготовке к лабораторным работам 3,4. Требования к отчетам по лабораторным работам 3-4. Перечень контрольных вопросов и заданий к практическим занятиям.
<i>ПК-4 способностью осуществлять анализ научно-технической информации, обобщать отечественный и зарубежный опыт в области средств автоматизации и управления, проводить патентный поиск</i>	
Знание об основных понятиях проведения патентного поиска в области обработки информации, полученной в результате проведения экспериментальных исследований робототехнических систем	Тестовые задания для проведения модульного контрольного опроса

Навыки проведения патентного поиска в области информационных технологий для экспериментальных исследований робототехнических систем	Тестовые задания для проведения модульного контрольного опроса
Анализ и оценка информации, полученной в результате проведения патентного поиска и ее использование при экспериментальных исследованиях робототехнических систем	Тестовые задания для проведения модульного контрольного опроса
<i>ПК-5 способностью проводить эксперименты на действующих макетах, образцах мехатронных и робототехнических систем по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств</i>	
Имеет представления о методах проведения и обработки результатов экспериментальных исследований составных частей робототехнических систем	Тестовые задания для проведения модульного контрольного опроса
Может с помощью разработанной ранее методики и контрольно-измерительной аппаратуры проводить эксперименты и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий.	Вопросы к самостоятельной подготовке к лабораторным работам 1-7, практическим работам 2,3. Требования к отчетам по лабораторным работам 1-7, по практическим работам 2, 3.
Способен самостоятельно с применением программно-технических средств и контрольно-измерительной аппаратуры проводить испытания составных частей робототехнических систем; выполнять обработку результатов эксперимента; по результатам эксперимента выполнять отладку и настройку системы; разрабатывать методики проведения экспериментов.	Вопросы к самостоятельной подготовке к лабораторным работам 1-7, практическим работам 2,3. Требования к отчетам по лабораторным работам 1-7, по практическим работам 2, 3.
<i>ПК-13 готовностью участвовать в проведении предварительных испытаний составных частей опытного образца мехатронной или робототехнической системы по заданным программам и методикам и вести соответствующие журналы испытаний</i>	
Знает состав рабочей программной документации по составным частям опытного образца мехатронной или робототехнической системы	Тестовые задания для проведения модульного контрольного опроса
Может с помощью с помощью методических рекомендаций разрабатывать рабочую программную документацию по составным частям опытного образца мехатронной или робототехнической системы, формировать планы измерений и испытаний для различных измерительных и экспериментальных задач мехатроники и робототехники.	Вопросы к самостоятельной подготовке к лабораторным работам 2-4, практическим работам 1, 4, 5 Требования к отчетам по лабораторным работам 2-4, практическим работам 1, 4, 5
Способен самостоятельно проведения предварительных испытаний составных частей опытного образца мехатронной или робототехнической системы по заданным программам и методикам и умением вести соответствующие журналы испытаний.	Вопросы к самостоятельной подготовке к лабораторным работам 2-4, практическим работам 1, 4, 5 Требования к отчетам по лабораторным работам 2-4, практическим работам 1, 4, 5
<i>ПК-14 способностью планировать проведение испытаний отдельных модулей и подсистем мехатронных и робототехнических систем, участвовать в работах по организации и проведению экспериментов на действующих объектах и экспериментальных макетах, а также в обработке результатов экспериментальных исследований</i>	
Составление плана эксперимента, обработка результата экспериментальных исследований составных частей робототехнических систем	Тестовые задания для проведения модульного контрольного опроса
Может с помощью разработанного ранее плана эксперимента проводить эксперименты и анализировать полученные результаты с применением современных информационных технологий и программно-технических средств	Вопросы к самостоятельной подготовке к лабораторным работам 1-4, практическим работам 1, 4, 5 Требования к отчетам по лабораторным работам 1-4, практическим работам 1, 4, 5

Способен самостоятельно с применением программно-технических средств и контрольно-измерительной аппаратуры проводить испытания составных частей робототехнических систем, выполнять обработку результатов эксперимента, по результатам эксперимента выполнять отладку и настройку системы.	Вопросы к самостоятельной подготовке к лабораторным работам 1-4, практическим работам 1, 4, 5 Требования к отчетам по лабораторным работам 1-4, практическим работам 1, 4, 5
<i>ПК-16 способностью оценивать потенциальные опасности, сопровождающие испытания и эксплуатацию разрабатываемых мехатронных и робототехнических систем, и обосновывать меры по их предотвращению</i>	
Знание о потенциальных опасностях, сопровождающих экспериментальные исследования мехатронных и робототехнических систем	Тестовые задания для проведения модульного контрольного опроса
Качественная и количественная оценка потенциальных опасностей, сопровождающих экспериментальные исследования мехатронных и робототехнических систем	Вопросы к самостоятельной подготовке к лабораторной работе 1 Требования к отчету по лабораторной работе 1
Разработка мер предотвращения опасностей, сопровождающих экспериментальные исследования робототехнических систем на основе их качественного и количественного анализа	Вопросы к самостоятельной подготовке к лабораторной работе 1 Требования к отчету по лабораторной работе 1
<i>ПК-27 готовностью участвовать в проведении предварительных испытаний составных частей опытного образца мехатронной или робототехнической системы по заданным программам и методикам и вести соответствующие журналы испытаний</i>	
Знает состав рабочей программной документации по составным частям опытного образца мехатронной или робототехнической системы	Тестовые задания для проведения модульного контрольного опроса
Может с помощью с помощью методических рекомендаций разрабатывать рабочую программную документацию по составным частям опытного образца мехатронной или робототехнической системы, формировать планы измерений и испытаний для различных измерительных и экспериментальных задач мехатроники и робототехники.	Вопросы к самостоятельной подготовке к лабораторным работам 2-4, практическим работам 1, 4, 5 Требования к отчетам по лабораторным работам 2-4, практическим работам 1, 4, 5
Способен самостоятельно проведения предварительных испытаний составных частей опытного образца мехатронной или робототехнической системы по заданным программам и методикам и умением вести соответствующие журналы испытаний.	Вопросы к самостоятельной подготовке к лабораторным работам 2-4, практическим работам 1, 4, 5 Требования к отчетам по лабораторным работам 2-4, практическим работам 1, 4, 5

5.3 Критерии оценки практических работ

№	Этап выполнения	Максимум
1	Выполнение задания в соответствии с требованиями методических рекомендаций.	2
2	Аккуратность выполнения отчета	1
3	Полнота ответов на вопросы при защите практической работы	2

5.4 Критерии оценки лабораторных работ

Лабораторная работа предусматривает ее выполнение, оформление отчета и защиту. Лабораторные работы включают: изучение теоретических положений, выполнение измерений, обработка результатов измерений, расчеты и составление схем в соответствии с методическими указаниями. Отчет должен содержать всю необходимую информацию о выполненной работе, выводы. Защита работы проводится по контрольным вопросам, приведенным в методических указаниях.

Баллы	Критерии
5	Систематизированные, глубокие и полные знания по тематике выполняемой лабораторной работы, а также по основным вопросам, выходящим за ее рамки. Точное использование научной терминологии. Умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях, связанных с тематикой выполняемой лабораторной работы, и давать им критическую оценку.
4	Достаточно полные и систематизированные знания по тематике выполняемой лабораторной работы, использование научной терминологии. Умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях, связанных с тематикой выполняемой лабораторной работы, и давать им критическую оценку.
3	Достаточный объем знаний по тематике выполняемой лабораторной работы, минимально соответствующий требованиям образовательного стандарта, использование научной терминологии. Умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях, связанных с тематикой выполняемой лабораторной работы.
2	Недостаточно полный объем знаний по тематике выполняемой лабораторной работы, не соответствующий минимальным требованиям, установленным образовательным стандартом. Неумение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях, связанных с тематикой выполняемой лабораторной работы.

5.5 Критерии оценки зачета

Оценка	Баллы	Критерии
Зачтено	35-40	Систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы, а также по основным вопросам, выходящим за ее пределы. Точное использование научной терминологии. Умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку. Знание современных тенденций в области проведения экспериментальных исследований мехатронных и робототехнических систем, умение делать выводы и прогнозировать перспективы развития.
	26-34	Достаточно полные и систематизированные знания по всем разделам учебной программы, использование научной терминологии. Умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку. Знание современных тенденций в области проведения экспериментальных исследований мехатронных и робототехнических систем, умение делать выводы и прогнозировать перспективы развития.
	15-25	Достаточный объем знаний в рамках образовательного стандарта, использование научной терминологии. Умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им оценку. Умение ориентироваться в современных тенденциях в области проведения экспериментальных исследований мехатронных и робототехнических систем
не зачтено	0-14	Недостаточно полный объем знаний в рамках образовательного стандарта. Неумение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине. Неумение ориентироваться в современных тенденциях в области проведения экспериментальных исследований мехатронных и робототехнических систем.

6 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Самостоятельная работа студентов (СРС) направлена на закрепление и углубление освоения учебного материала, развитие практических умений. СРС включает следующие виды самостоятельной работы студентов:

- выполнение тестовых заданий;
- изучение нормативных документов;
- исследовательская работа, в том числе научно-исследовательская;
- обзор литературы;
- ответы на контрольные вопросы;
- перевод с иностранных языков;
- подготовка к аудиторным занятиям;
- работа со справочной литературой и словарями;
- участие в научных и практических конференциях;
- чтение текста (первоисточника, учебника, дополнительной литературы);

Перечень контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы студентов приведен в приложении и хранится на кафедре.

Для СРС рекомендуется использовать источники, приведенные в п. 7.

7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Основная литература

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной литературы	Гриф	Кол-во экз-в
1	Острейковский, В.А. Статистические методы обработки экспериментальных данных [электронный ресурс]: учебное пособие с использованием пакета MathCad / Ф.И. Карманов, В.А. Острейковский - М. : КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 208 с.	-	znanium.com
2	Рузавин, Г.И. Методология научного познания [электронный ресурс]: учеб. пособие для вузов / Г.И. Рузавин. - М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2012. - 487 с.	-	znanium.com

7.2 Дополнительная литература:

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной литературы	Гриф	Кол-во экз-в
1	Горохов, В. А. Основы экспериментальных исследований и методика их проведения : учеб. пособие / В. А. Горохов. - Мн. ; М. : Новое знание : ИНФРА-М, 2016. - 655с.	-	5
2	Рыжков, И. Б. Основы научных исследований и изобретательства : учеб. пособие / И. Б. Рыжков. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2013. - 224с.	-	5
3	Карманов, Ф. И. Статистические методы обработки экспериментальных данных. Лабораторный практикум с использованием пакета MathCad : учеб. пособие / Ф. И. Карманов, В. А. Острейковский. - М. : Высш. шк. : Абрис, 2012. - 208с.	-	5

7.3 Перечень ресурсов сети Интернет по изучаемой дисциплине

- <http://www.elibrary.ru> – научная электронная библиотека;
- <https://sites.google.com/site/ctmechanics/> – компьютерные технологии в механике, примеры использования пакета «Математика» для анализа механических систем;
- <http://novtex.ru/mech> – материалы сайта журнала «Мехатроника, автоматизация, управление».

7.4 Перечень наглядных и других пособий, методических рекомендаций по проведению учебных занятий, а также методических материалов к используемым в образовательном процессе техническим средствам

7.4.1 Методические рекомендации

1 Шатуров Д.Г. Методические рекомендации к лабораторным работам по дисциплине «Экспериментальные исследования робототехнических систем» для студентов специальности 15.03.06 «Мехатроника и робототехника» (электронный вариант).

2 Шатуров Г.Ф. Методические рекомендации к практическим работам по дисциплине «Экспериментальные исследования робототехнических систем» для студентов специальности 15.03.06 «Мехатроника и робототехника» (электронный вариант).

7.4.2 Информационные технологии

Темы лекционных занятий, обеспеченные мультимедийными презентациями:

Тема 1. Классификация объектов исследования. Условия эффективности планирования эксперимента.

Тема 2. Регрессионный анализ как основа планирования эксперимента.

Тема 3. Статистический анализ. Проверка адекватности модели.

Тема 4. Теория факторных планов. Факторная модель. Полный факторный эксперимент.

Тема 5. Планирование отсеивающих экспериментов. Насыщенные планы.

Тема 6. Планирование эксперимента при изучении механизма явлений.

Тема 7. Принципы построения и функционирования различных типов экспериментального лабораторного оборудования.

Тема 8. Определение показателей точности позиционирования и отработки программ по результатам испытаний робототехнических систем.

7.4.3 Перечень программного обеспечения, используемого в образовательном процессе

При проведении практических и лабораторных работ, используется программное обеспечение:

- программа LibreOffice Calc , реализующая математические вычисления;
- программный пакет MATLAB[®] для решения задач технических вычислений;

8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины содержится в паспорте лаборатории «Автоматизация производственных процессов в машиностроении», рег. номер ПУЛ-4.441-117/1-16.